

CAPITULO IV

AGREGADOS PARA CONCRETO: PROPIEDADES Y CLASIFICACION

4.1.-PROPIEDADES

Las principales propiedades que deben cumplir los agregados son:

- Granulometría.
- Forma y redondez de la partícula.
- Propiedades superficiales.
- Impurezas.
- Propiedades físicas y mecánicas.
- Propiedades químicas y mineralógicas.

Descripción de las propiedades de los agregados.

Aquí se menciona brevemente las principales propiedades de los agregados del concreto y la manera en que afecta a la calidad del concreto.

GRANULOMETRIA: Se entiende por granulometría a la determinación de la cantidad en porcentaje de los diversos tamaños de las partículas que constituyen un material, de acuerdo a los intervalos teóricos de clasificación. Se refiere también al tamaño máximo y mínimo de agregados. Este estudio es importante porque una mala graduación de los agregados provoca huecos o deficiencia en tamaño, así mismo se obtendrá un concreto sumamente caro por el alto contenido de cemento; por consiguiente, el elemento estructural resulta antieconómico también, la cantidad excesiva de arena en un concreto ocasiona que se eleve el costo.

La graduación del agregado es muy importante para la trabajabilidad del concreto, nos ayuda a bombear con mayor rapidez en las superficies lisas.

FORMA Y REDONDEZ DE LAS PARTICULAS.- La forma depende del tipo de roca y sus características, así como las condiciones de sedimentación y transporte que experimento durante la transformación.

En el caso de los agregados triturados, rocas como los basaltos, andesitas, granitos, cuarcita, y calizas tienden a producir fragmentos angulares cuando se trituran.

LAS PROPIEDADES SUPERFICIALES.- se refieren a la textura de la partícula, es decir al aspecto de rugosidad o irregularidades de los agregados.

La constitución de la grava puede ser blanda o porosa a causa de la alteración de sus minerales.

Una buena adherencia no se logra en superficies ásperas. Una tendencia muy porosa de los agregados repercutirá en la adhesión superficial del concreto y en el desarrollo de la hidratación, ya que podría absorber mas agua que la requerida inicialmente; lo cual aumenta los costos y la resistencia en su etapa de endurecimiento, una roca que no es porosa es muy resistente a la abrasión; ejemplo: agregados de cuarzo, cuarcita y basalto.

LAS IMPUREZAS.- que se pueden mezclar con los agregados son las orgánicas, sales solubles y arcillas, limos, carbón y partícula suaves.

La capa externa puede estar formada por elementos químicos nocivos al concreto, aunque la roca se ha de buena calidad.

Las impurezas como humo y restos orgánicos y sales solubles retrasan el fraguado y el endurecimiento del concreto y en algunos casos causan deterioros.

Los limos y arcillas en grandes cantidades provocan incrementos en el agua requerida para producir un determinado fraguado del concreto.

LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS.- los agregados, como su peso volumétrico, solidez, resistencia a la abrasión y las características térmica, influyen en la resistencia del concreto y en el endurecimiento, así como también en la durabilidad y la resistencia al intemperismo.

A).- PESO VOLUMETRICO: Se usa en la estimación de cantidades de materiales y en cálculos de proporcionamiento de mezclas.

$$\text{PESO VOLUMETRICO} = \text{PESO DEL AGREGADO} / \text{VOLUMEN DEPARTICULAS (HUECOS)}$$

PESO VOLUMETRICO DEL AGREGADO.- esta afectado por varios factores como la humedad, graduación, gravedad específica, textura superficial, forma, y angularidad de las partícula por ejemplo: si el contenido de humedad del agregado aumenta, también se incrementa el peso volumétrico, sobre todo en las gravas; si los agregados presentan buenas granulometrías tendrán, por lo regular, un peso volumétrico mayor que aquellos en los que predomina un solo tamaño.

B).- DURABILIDAD: Es la capacidad de resistir las acciones debido al intemperismo.

Si encontramos minerales del grupo de las arcillas montmorillonitas, éstos tienden a hincharse al absorber el agua y crea en el concreto esfuerzos de tensión que reducen la resistencia, a diferencia de las áreas donde se dan inviernos severos y moderados, aquí los agregados sufren deterioros en su tamaño, porosidad, permeabilidad y la capacidad de resistencia de las partículas.

C).- LA RESISTENCIA DE LA ABRASION: Se refiere a la capacidad de resistir impactos y fricción, esta resistencia depende en gran medida del tipo de roca y de su grado de cementación y consolidación, por ejemplo: las rocas arcillosas o micáceas (lutitas y pizarras) se desintegran fácilmente, pero en cambio los basaltos y las calizas compactas resisten satisfactoriamente los impactos y fricciones durante procesos de manejos.

D).- PROPIEDADES TERMICAS: Los efectos térmicos en los agregados causan dilatación y fisuración en el concreto. El calor intenso produce deterioro físico y químico en el concreto y descomponen la mineralogía del agregado, y se pueden producir nuevos compuestos químicos.

Las rocas como el cuarzo y el pedernal si los exponemos a altas temperaturas nos resultan un cambio brusco de volumen que ocasiona tensiones destructivas. Hay agregados compuestos de minerales calcáreos que no causan desperfectos cuando responden al calor intenso.

PROPIEDADES QUIMICAS Y MINERALOGICAS. Los agregados con ciertos compuestos químicos o mineralógicos reaccionan con los álcalis del cemento esta reacción comienza cuando los álcalis (óxido de sodio y potasio) en el cemento entran en solución y atacan los silicatos reactivos en los agregados como resultado, se forma alcalescencia ha hincharse. Este hinchamiento puede causar expansiones anormales y rompimiento del concreto. Existen medidas correctivas para cuando nos enfrentemos con un agregado potencialmente reactivo. Contamos con tres opciones para solucionar el problema: una es deshechar simplemente el agregado para usarse en el concreto, otra opción sería la posibilidad de usar el agregado con un cemento con bajo contenido en álcalis y, por último, la expansión debida a algunas reacciones alcali-agregados puede eliminarse agregando una puzolana en la mezcla en cantidades suficientes.

Estas propiedades dependen de tres procesos geológicos principales.

A).- Tipo de roca: La obtención de materiales de grava y arena natural o triturada como agregados, constituyen una fuente importante

Las rocas según su origen pueden ser de tres tipos:

1).- **ROCAS IGNEAS.** - Se cristalizan a partir de una masa fundida llamada "magma" y localizada en la parte subyacente de la corteza terrestre, al penetrar la corteza se enfría y forman rocas ígneas intrusivas (granito, granodioritas, sienita, gabro); si logra atravesarla completamente y llegar a la superficie forman rocas ígneas extrusivas, volcánicas (riolitas, andesitas, basaltos), los cuáles poseen minerales vítreos.

2).- **ROCAS SEDIMENTARIAS** - Se originan en la superficie terrestre, por acumulación de sedimentos mineralógicos (depositados por peso, o por precipitados químicos), posteriormente se compactan y/o cementan por un material muy fino (sílice, óxidos, arcilla, etc). En los precipitados químicos ocurren minerales amorfos.

3).- ROCAS METAMORFICAS.- Se forman a partir de las rocas encajonantes del material magnético que penetra en la corteza terrestre. Este provoca la cristalización y cambio mineralógico de las rocas que logran contactar.(mármol, pizarra, cuarcita).

B).- Condiciones de sedimentación y transporte: En este proceso es importante evaluar los resultados físicos y mecánicos que condicionaron los medios de transporte y depósito de arena y grava; ejem. Estratificación, graduación, horizontes de estratos, compactación etc.

C).- Procesos y modificadores recientes: En este proceso analizamos las propiedades químicas y mineralógicas actuales de materiales de depósito; es decir su grado de alteración, desintegración y contenido de minerales secundarios como caliche, arcilla, caolín, y material orgánico, etc.

4.2.-CLASIFICACIÓN.

4.2.1.-ARENAS Y GRAVAS NATURALES.

--ARENAS NATURALES

Las arenas naturales, se caracterizan por formarse de partículas relativamente redondeadas, de menos de 3 mm. de diámetro.

La arena se puede clasificar en arena gruesa y arena fina; la arena gruesa, con un tamaño granulométrico de 1 a 3 mm, se puede decir que es un material bueno para cimentar, puesto que puede admitir una presión sobre el suelo de alrededor de 3 kg/cm².

Las Arenas Naturales, por originarse por un proceso geológico, como el arrastre o transporte, tiende a redondearse, lo cual la hace más manejable, al perder sus aristas, disminuyendo su área específica, (cantidad de área expuesta entre el peso de la partículas), y por tanto su absorción de agua.

GRAVAS NATURALES.

De la misma forma que las arenas, su origen es de tipo geológico, originado por la acción del intemperismo sobre las rocas, las cuáles se fragmentan o desgastan, debido al arrastre del agua principalmente, de donde su forma tiende a redondearse, perdiendo así sus aristas y las formas lajeadas, la superficie de estos fragmentos tiende a ser suave y terso.

En general las gravas naturales que se encuentran en los lechos de los ríos, por haber sufrido efectos de intemperismo muy agresivos y permanecen, necesariamente se componen entonces de minerales bien entrelazados y compactos de alto peso específico y consistencia.

Su resistencia a la compresión axial, en general es mayor que la del concreto, por lo cuál también, se vuelve un componente deseable, además de su buena adherencia, limpieza y sanidad.

La grava o gravilla está compuesta por fragmentos de piedra de 3 a 70 mm.

Las gravas que se encuentran en los depósitos glaciares suele presentar las más veces formas angulares. Con la grava puede contarse aproximadamente con una aptitud por tanto de unos 4 kg/cm²; la cuál aumenta con la profundidad debido al peso de las capas superiores.

Una grava o arena natural, se refiere a un depósito de material que se a formado por cuestiones de tipo geológico, es decir, que el hombre no ha intervenido para su creación, aunque se encuentren en cúmulos o estratos, acompañados de materiales a veces indeseables los cuales se habrán de separar en forma muy particular para que la contaminación sea mínima.

Para la obtención de estas gravas y arenas naturales será necesario usar implementos mecánicos, como trascabos, buldozer (para el despalme regularmente) y cribas pijas o vibratorios, todos estos implementos no influyen necesariamente en la calidad de los agregados sino en las facilidades de su obtención y producción.

Ya que su granulometría y forma no serán modificadas solo se utilizan los implementos para la separación mecánica de los mismos y no para modificar un morfología natural.

Se incluye también el proceso de lavado para evitar el exceso de partículas finas, aunque en los depósitos de algunas regiones, es poco común practicar este proceso, para el uso común del concreto. No en casos especiales de concretos que así lo requieran.

4.2.2.-GRAVAS Y ARENAS TRITURADAS.

ARENAS TRITURADAS.-

Las arenas trituradas, se obtienen al someter a las rocas o fragmentos de mayor tamaño a un proceso de trituración o molienda; para así obtener la granulometría deseada en nuestra arena, para algún propósito o diseño especial, de diseño de mezclas; o más comunmente como resultado del proceso de molienda para obtención de gravas, como material inclusive de desecho, cuándo por ignorancia no se conocen sus posibles aplicaciones y ventajas.

Las arenas trituradas se componen de fragmentos de forma angulosa y superficie áspera, su composición mineralógica es tan homogénea como la de la roca madre, generalmente son materiales relativamente puros, es decir que su contaminación con otros materiales es mínima y sus propiedades físicas y de retención son también muy homogéneas.

Comunmente estas arenas se usan en la fabricación de tabique de mortero en la fabricación de concretos en general, sin embargo por su costo de producción, generalmente su utilización solo se justifican cuándo no hay disponibilidad de arenas naturales.

GRAVAS TRITURADAS.

Estas gravas son producto de la molienda o trituración de rocas, ya sea que estas provengan de un banco o que provengan de material de desecho en la producción de grava -arena.

La forma de sus partículas es angulosa y su textura rugosa, lo cuál dificulta notablemente su manejo sobre todo cuándo se fabrica el concreto a mano.

Su composición mineralógica generalmente muy homogénea tanto como las rocas madres su contaminación con otros materiales es la mínima y sus propiedades físicas y de resistencia también muy homogéneas.

El uso de las gravas trituradas es muy común en la fabricación de concretos, tanto en elaboración manual como con equipo industrial; como ejemplo revoladoras comunmente llamados zapos, así como la utilización de bombas propulsoras del concreto hasta el sitio de su aplicación; gracias a que su granulometría se maneja con eficiencia.

Las gravas trituradas frecuentemente se usan en la fabricación de material para base, mezcladas con arena natural o para pijas en vías férreas.

A las gravas y arenas que se obtienen al someter a las rocas a un proceso en trituración para obtener la granulometrias deseadas, les llamamos gravas y arenas trituradas

4.2.3.-AGREGADOS ARTIFICIALES.

Entendamos por estos a las escorias de altos hornos y a los agregados ligeros.

- ESCORIAS DE ALTOS HORNOS.

Estos materiales están compuestos por silicatos y aluminosilicatos de calcio que no son metales; que se forman en condiciones líquidas con hierro en una fundición.

Las escorias enfriadas con aire frío, son producidas por vaciados de escorias fundida en pozos o bancos y se les deja enfriar y solidificarse lentamente, bajo condiciones atmosféricas las cuales se trituran y criban en muy diversos tamaños.

Cuando a las escorias se le aplican cantidades controladas de agua, vapor o aire comprimido, se produce escorias de altos hornos dilatadas. Las que usan como materiales ligeros y si la escoria se sumerge suavemente en agua se produce una escoria granulada.

- PROPIEDADES.

Las escorias de altos hornos forman fragmentos estructuralmente fuertes a pesar, de tener porosidades grandes (no conectas unas con otras), peso unitario y densidad relativamente bajos, no tienen reacción con el álcalis y no contienen ni arcillas, ni lutitas, pedernal o compuestos orgánicos dañinos al concreto.

La forma de sus fragmentos tiende a ser cúbica de superficie áspera y rugosa.

La escoria de altos hornos enfriada con aire se encuentra disponible en áreas alrededor de los centros de fundición de hierro.

- AGREGADOS LIGEROS.

Este tipo de agregado se procura para fabricar concretos ligeros o de baja densidad que generalmente no requieren una alta resistencia, para lo cual se necesita que estos agregados sean de peso unitario relativamente más bajo que el de las gravas y arenas naturales; aunque los hay de tipo natural como es el caso de la piedra pómez, y su obtención es generalmente de tipo artificial.

Estos concretos de baja densidad son usados generalmente como aislantes térmicos o para dar formas sobre estructuras como caídas de agua, etc.

Comunmente se usa la vermiculita que es un mineral micáceo y la perlita que es un vidrio volcánico.

Otros agregados comunmente usados son: escorias dilatadas, arcillas procesadas en hornos rotatorios o procesos de molienda, arcillas y pizarras, estos concretos son comunmente llamados concretos de relleno.

- PROPIEDADES.

La densidad de estos agregados es muy variable, con respecto al tamaño de los fragmentos, siendo la densidad mayor en los fragmentos de menor tamaño.

El volumen ocupado por estos agregados es necesario controlarlo constantemente, ya que los concretos se fabrican usualmente considerando los pesos de los diferentes componentes, ya que cambios en la graduación o en la forma pueden producir cambios en el peso unitario, sobre todo si la densidad de los fragmentos de partículas permanecen constantes.

De los diferentes métodos de producción se desprende la forma o características de estos agregados, la formas más comunes son equidimensionales.

Redondeados o angulosos, las texturas varían de lisas con pequeños poros a texturas irregulares con grandes y pequeños poros; por lo cual la trabajabilidad, los requerimientos de agua-cemento y la capacidad de absorción de agua se ven afectados por dichas características y la velocidad de absorción de agua se vuelve una consideración muy importante en el proporcionamiento de concretos ligeros, un

concreto de tipo ligero generalmente depende su capacidad de esfuerzo a la compresión, de la resistencia o la capacidad de sus agregados a la misma.

4.2.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

Hablemos ahora de las ventajas y desventajas de usar un agregado natural o artificial para concreto.

Ventajas de los agregados naturales:

1.- De primera mano tenemos su facilidad de obtención con respecto al artificial, ya que se requiere menor cantidad de equipo la (trituradora es el equipo más costoso y de mantenimiento más continuo).

En el agregado natural, también se puede incluir el proceso de trituración de rocas que exceden el tamaño máximo de agregado, formando una mezcla con los agregados naturales.

2.- El agregado natural por su proceso de producción geológica es decir, resultado de arrastre o transporte, tiende a redondearse, lo cuál lo hace más manejable al perder sus aristas, sobre todo cuándo su proceso es manual, esta facilidad de manejo es muy notoria, es importante mencionar que un agregado alargado o con aristas o caras prolongadas, tiende hacer menos resistente y a provocar un desvío de fuerzas en sentido vectorial, lo cuál reduce la resistencia del concreto, por lo tanto podemos decir que el agregado natural, al tener la tendencia de ser esférico, (más que el artificial), funcionará estructuralmente mejor.

Debido a su forma y textura (porosidad), tenemos una área específica o de contacto menor, lo cuál se traduce en un consumo menor de agua y cemento.

VENTAJAS DE LOS AGREGADOS TRITURADOS

1.- Su composición mineralógica y química es muy homogénea; ya que son producto de un cierto tipo de roca disponible.

2.- La contaminación con materiales extraños o indeseables es mínima.

3.- La granulometría es controlable, ajustando la maquinaria trituradora a nuestras necesidades.

4.- Las propiedades físicas y de resistencia son también muy homogénea ya que dependen de la misma roca.

DESVENTAJAS DE LOS AGREGADOS NATURALES:

1.- No siempre se encuentran disponibles en cualquier lugar.

2.- De acuerdo al tipo de depósito o banco natural a disposición, podemos obtener morfologías y granulometrías inconvenientes.

3.- Dentro de nuestro banco natural, podemos encontrar materiales diferentes, tan variados como la geología de nuestra cuenca hidrológica en dicho punto, tal es el caso de los materiales de origen orgánico.

DESVENTAJAS DE LOS AGREGADOS TRITURADOS:

1.- Puede encontrarse materiales reactivos al cemento dentro de las rocas a triturar.

2.- Su proceso de producción es más costoso que el agregado natural; de manera que su producción generalmente se justifica cuando no hay disponibilidad de agregados naturales, o que los requerimientos técnicos o de control de calidad así lo exijan.